

Schluss mit dem Flaschenhals Flughafen

Innovative Rollführung –
EU-Projekt EMMA2 erfolgreich abgeschlossen

Von Michael Röder



Der Luftverkehr wird nach Ansicht zahlreicher Experten in Zukunft weltweit zunehmen, auch wenn derzeitige Prognosen von einem insgesamt geringeren wirtschaftlichen Wachstum ausgehen. Damit wachsen auch weiterhin die Anforderungen an die technischen und organisatorischen Randbedingungen des gesamten Luftverkehrssystems. Und dieses hat einen Engpass: EUROCONTROL, die oberste Flugsicherungsbehörde in Europa, hat den Flughafen klar als Verursacher von Verspätungen identifiziert, Tendenz steigend. Eine Erweiterung der Flughafeninfrastruktur, beispielsweise durch den Bau zusätzlicher Start- und Landebahnen, ist in der Regel äußerst schwierig und nur in großen Zeiträumen realisierbar. Wissenschaftler aus dem Institut für Flugführung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben jetzt durch die Entwicklung neuer Verkehrsführungsverfahren eine umweltverträgliche Lösung erfolgreich zur Anwendungsreife gebracht.

Betrachtet man die verschiedenen Phasen eines Flugs von der Parkposition über das Rollen zur Startbahn, den Start, den Streckenflug zum Ziel, die Landung und wieder das Rollen zur Parkposition am Ziel-flughafen, so nimmt der Bereich auf dem Flughafen in Bezug auf die Gesamtstrecke nur einen geringen Teil ein, zeitlich ist aber gerade dieser Teil sehr aufwändig. So beträgt beispielsweise die Flugzeit von Frankfurt nach Palma de Mallorca nur gut zwei Stunden, die Gesamtverweilzeit im Flugzeug liegt allerdings bei fast drei Stunden.

Nach wie vor wird der Rollverkehr weitgehend manuell abgewickelt. Selbst nach einer möglichen automatischen Landung werden Rollbewegungen am Boden immer noch nach Sicht und mit herkömmlichen Hilfsmitteln durchgeführt. Fluglotsen sind stark auf den visuellen Sichtkontakt mit den Luftfahrzeugen angewiesen, Piloten benutzen Papierkarten, um sich zu orientieren. Die Kommunika-

tion zwischen Lotsen und Piloten findet ausschließlich über Sprechfunk statt. Werden die Sichtbedingungen schlechter, so muss der Lotse sich durch Betrachtung eines Boden-Radarbildschirms – mit vielen technisch bedingten Falschzielen – sowie durch Positionsmeldungen der Piloten ein Bild von der Verkehrssituation machen. Um hierbei die Sicherheit des Luftverkehrs zu gewährleisten, nutzt der Lotse Verfahren, die speziell diese schlechten Sichtbedingungen berücksichtigen bei gleichzeitiger Vergrößerung der Flugzeugabstände – mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Flughafenkapazität.

Abschied vom Papier

Der Pilot nimmt heute noch immer seine Handkarte des Flughafenlayouts zur Hilfe, um seinen korrekten Weg zur Parkposition oder Startbahn zu finden. Selbst neuere Systeme, die diese Papierkarten durch elektronische Displays ersetzen, reduzieren lediglich den Papieraufwand, sind aber nicht einmal mit den Navigationssystemen heutiger Kraftfahrzeuge zu vergleichen, da der Pilot auf diesen Displays weder sein Ziel noch seinen freigegebenen Weg zu diesem Ziel zweifelsfrei erkennen kann.



Das A-SMGCS Verkehrsdisplay von Park Air Systems im Tower Prag Ruzyně



Das Cockpit des DLR-Testflugzeugs ATTAS

Kommentar aus Pilotensicht:

„Heute ist das Rollen eine der anspruchsvollsten Aufgaben, da die Technik für das Rollen nicht sonderlich modern ist. Immer noch ist die Papierkarte und die Außensicht neben der Sprechfunk-Freigabe durch die Lotsen das einzige Navigationsmittel. Bei schlechter Außensicht, beispielsweise durch Nebel, wird der Rollvorgang zu einer höchst anspruchsvollen Aufgabe, um die Sicherheit zu gewährleisten. Dies wird durch ein A-SMGCS stark verbessert.“

Cpt. Karel Mündel, Czech Airlines (CSA)

Abhilfe schafft hier das moderne Rollführungssystem A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control System). Die Entwicklung dieses Systems und dessen operationeller Einsatz wurden vom DLR maßgeblich vorangetrieben. Mittlerweile ist das System in der ersten Generation weltweit anerkannt und bereits an einigen großen Flughäfen implementiert. Das System überwacht den Rollverkehr mit speziellen Sensoren und bietet dem Lotsen auf einem Display eine sichtunabhängige Verkehrslagedarstellung. Eine weitere wesentliche Funktion dieses Systems ist die Überwachung von Start- und Landebahn-Verletzungen, den sogenannten Runway Incursions. So wird in der Luftfahrt das nicht autorisierte Starten, Landen, Rollen oder Kreuzen der Bahn genannt. Mit A-SMGCS können die Lotsen rechtzeitig auf so einen Vorgang aufmerksam gemacht werden.

Während das bislang getestete Rollführungssystem „nur“ aus einem Verkehrslagedisplay mit integrierter Landebahnüberwachung für den Lotsen besteht, bietet ein voll ausgebautes A-SMGCS der zweiten Generation weit mehr Funktionalitäten auch für den Piloten im Cockpit. Dieses erheblich verbesserte A-SMGCS unterstützt Lotsen und Piloten sowie auch etwaige Fahrzeugführer in vier maßgeblichen Funktionen. Die erste operationell bereits eingeführte Funktion betrifft die Verkehrslageerfassung und -darstellung, die Positionen aller Verkehrsteilnehmer werden automatisch erfasst und identifiziert. Hierfür wird ein Sensorsystem aus aktiven und passiven Sensoren benötigt. Passive Sensoren erfassen ein Objekt ohne dessen Beteiligung (z. B. mit Radar), aktive Sensoren bekommen zusätzlich direkt vom erfassten Objekt weitere Informa-

tionen, die eine eindeutige Identifizierung erlauben. Hierbei ist das Objekt mit einem Transponder ausgerüstet, der auf Anfrage oder auch eigenständig alle notwendigen Informationen sendet. Dies ist nur mit einer Multisensor-Technologie möglich, die dem Lotsen eine synthetische Lagedarstellung zur Unterstützung bei allen Sichtbedingungen anbietet.

Weniger Treibstoff – geringerer CO₂-Ausstoß

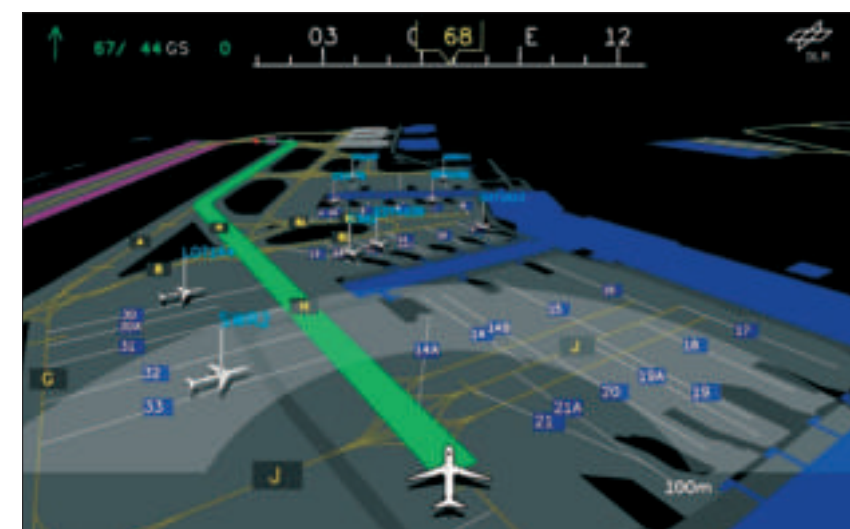
Die zweite, heute schon an einigen Flughäfen genutzte Funktion umfasst die Kontrolle, die den Ist- mit dem Soll-Zustand des Rollverkehrs vergleicht, und zwar bezüglich des Rollens auf/über eine Landebahn/Haltelinie, ohne dass eine Freigabe durch den Lotsen vorliegt. Auch das Rollen in gesperrte Bereiche wie Baustellen wird so erfasst.

Als innovative Erweiterung folgt in EMMA2 als dritte Funktion die Planung. Sie unterstützt die Verkehrsabläufe, indem die räumliche, vor allem aber die zeitliche Bewegung auf dem Rollfeld festgelegt wird. Die



Die Sendestation, von der die Informationen über die Verkehrslage am Boden an das Cockpit übermittelt werden, am Beispiel des Flughafens Prag Ruzyně

räumliche Planung erstellt konfliktfreie Routen, die zeitliche Planung der verschiedenen Operationen optimiert die Ressourcen-Nutzung. Wichtigstes Ergebnis ist hier vor allem die Entlastung der Umwelt. So erhält ein Flugzeug erst dann eine Rollfreigabe, wenn der Start ohne Verzögerung gewährleistet ist. Dies reduziert den Treibstoffverbrauch sowie die entsprechenden Schadstoffemissionen. So hat EUROCONTROL in einer Studie belegt, dass die Verringerung von Rollzeiten um nur fünf Prozent an einem Flughafen mit 350.000 Bewegungen pro Jahr etwa 1.470 Tonnen Treibstoff einspart – der Effekt: rund 568.000 Euro weniger Kosten! Die damit verbundene Verringerung des Kohlendioxid-Ausstoßes: 4.630 Tonnen.



Das DLR „Moving Map Display“ im Cockpit

Die gezielte Rollführung unterstützt Piloten und Lotsen schließlich in der präzisen Umsetzung der zuvor generierten Pläne. Diese sogenannte Guidance hilft, Luftfahrzeuge bzw. Fahrzeuge entsprechend dem vorgegebenen Rollweg und Zeitplan zu dirigieren. Hierbei werden zwei technische Führungsmittel unterschieden: bodengebundene Führungsmittel, wie Mittellinienbefeuern und schaltbare Haltelinien. Diese sind heute vielfach bereits vorhanden und unabhängig vom Grad der Bordausrüstung. Neu hinzu kommen bordgebundene Führungsmittel in Form eines Moving Map Displays, das dem Piloten seine Position sowie sein Ziel in Form einer grafischen Karte darstellt.

Unabhängig von den Führungsmitteln gehört zu der Guidance-Funktion ein entsprechendes Gegenstück für den Lotsen. Heute ist dies meist eine einfache Schalttafel, mit der die Befeuern des Flughafens gesteuert werden kann. Im neuen A-SMGCS ist dies ein integrierter Teil. Weiterführend können die vom Lotsen akzeptierten Pläne in Anweisungen umgesetzt und zum Piloten übertragen werden, der sie dann bestätigen muss. Diesen Daten-Link-Vorgang nennt man Controller Pilot Data Link Communication, kurz CPDLC. Er entlastet entscheidend die Sprechfunkfrequenzen.



Der A-SMGCS Arbeitsplatz im DLR-Tower-Simulator

Und dies sagt ein Lotse:

„A-SMGCS ist für die Flugsicherung ein großer Fortschritt für die Verkehrsübersicht am Boden und es hilft dem Lotsen, unter allen Sichtbedingungen einen guten Überblick zu behalten. Es hat sich gezeigt, dass die heute meist üblichen Papierflugstreifen unbedingt durch elektronische Flugstreifen ersetzt werden müssen, um die gute Funktionalität des voll ausgebauten A-SMGCS nutzen zu können.“

Alexander Duda, Lotse bei Air Navigation Services of the Czech Republic (ANS-CR)

Für die Durchführung der Data Link-Kommunikation benötigen Lotse und Pilot spezielle Eingabemöglichkeiten. Der Lotse nutzt dafür seine neuen Elektronischen Flugstreifen (EFS), die mit den notwendigen Übertragungsfunktionen ausgestattet sind und die bisherigen Papierstreifen ersetzen. Der Pilot hingegen erhält als Ersatz für die herkömmliche Sprechfunkkommunikation das sogenannte Cockpit Display for Traffic Information (CDTI).

Das Cockpit-Verkehrslage-Display bildet sozusagen das „Sahnehäubchen“. Es bietet dem Piloten die Gesamtübersicht über den Rollverkehr und dient als Basis für zusätzliche Warnsysteme im Cockpit.

Tests an drei Flughäfen

Diese theoretische Definition von technischen Systemen und Funktionen bedarf einer klaren Spezifikation für die operationelle Anwendung. Deshalb treibt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt in EU-Rahmenprogrammen zusammen mit anderen Partnern die Technik und die Nutzung eines A-SMGCS systematisch voran. Das Leitsystem wurde an den Flughäfen Prag und Hamburg zur Abwicklung des Rollverkehrs bereits operationell eingesetzt. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse wurden konsequent im 6. Rahmenprogramm der EU im „Integrated Project“ EMMA und EMMA2 (European Airport Movement Management by A-SMGCS, Part 2) umgesetzt.

Unter der Federführung des DLR hat ein Team von 22 europäischen Partnern aus zehn Ländern ein komplettes A-SMGCS in fünf Tower-Simulatoren, drei Cockpit-Simulatoren, an drei Flughäfen (Prag Ruzyně, Toulouse Blagnac, Mailand Malpensa), in zwei

Testflugzeugen und mehreren Fahrzeugen installiert und getestet. Das DLR-Forschungsflugzeug ATTAS (Advanced Technology Testing Aircraft System) operierte an allen drei Testflughäfen und bewies damit, dass EMMA2 trotz unterschiedlicher industrieller Bodensysteme eine Harmonisierung und Standardisierung gewährleisten konnte.

Um sicherheitsrelevante Tests sowie Grenzbelastungen für Lotsen und Piloten durchzuführen, wurde im DLR eine komplette Simulation des Prager Flughafens aufgebaut. Die DLR-Wissenschaftler vernetzten den Tower-Simulator mit dem Cockpit-Simulator und mehrere sogenannte Pseudopiloten steuerten zusätzlich virtuelle Flugzeuge. In acht Tagen

wurden 33 Versuchsdurchläufe von bis zu 70 Minuten Dauer mit sieben Lotsen und elf Piloten durchgeführt. Dabei wurden insgesamt circa 1.400 Luftfahrzeuge bewegt. Bezüglich der Daten-Link-Kommunikationstests zwischen Bord und Boden über CPDLC war dies sogar die erste Simulationskampagne weltweit, bei der in einem wirklichkeitsnahen Verkehrsszenario Linienpiloten und Towerlotsen in einem Cockpit- bzw. Tower-Simulator Roll-Freigaben über ein Daten-Link-Medium verhandelten.

Das System EMMA2 erlaubt es dem Lotsen, wetterunabhängig, d. h. ohne Außensicht, den Rollverkehr am Bildschirm zu kontrollieren. Es hat damit einen Meilenstein bei der Implementierung eines A-SMGCS an Flughäfen

gesetzt. EMMA2 hat systematisch den Bogen vom Konzept über die Implementierung bis zum Nachweis der Nutzbarkeit durch ein ausgereiftes operationelles Konzept aufgezeigt. Die Ergebnisse aus EMMA2 fließen in das Projekt SESAR (Single European Sky ATM Research) ein. Sie bringen die europaweite Einführung des A-SMGCS in Bezug auf Sicherheit, Effizienz, Umweltentlastung und reduzierte Verspätungen entscheidend voran.

Autor:

Michael Röder ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Flugführung und verantwortlich für die Projektleitung von EMMA und EMMA2.

www.dlr.de/emma2



Der Flughafen Mailand Malpensa